한국 중장년층의 동작범위에 관한 연구

A Study of Measurement on Range of Joint Mobility for Middle-Aged Korean Adults

윤훈용*, 이상도**, 이동춘**

ABSTRACT

This study was performed to determine the voluntary range of joint mobility for middle-aged Korean adults. One hundred and eighty-eight subjects (99 males and 89 females) at the age range of 40 to 60 participated for this study. Thirty body movements at various joints were conducted to measure the range of joint mobility. Subjects were grouped by Röhrer's index into four based on 25th percentile. The data were analyzed to see the differences of range of joint mobility between sexes and Röhrer's index groups. The results of this study and previous studies were compared to see the differences of range of joint mobility due to the aging. Results of this study indicate that females are generally more flexible than males. Significant differences were found to exist in fourteen movement between sexes and in ten movements, females have larger range of joint mobility than males. There were no significant differences in range of joint mobility between Röhrer's index groups. Compared with previous studies, the range of joint mobility may have a tendency to decrease with ages. The results of this study provide important information in dynamic dimensions for middle-aged Korean and can be used to design the various products and work places for the middle-aged.

Keyword : Range of Joint Mobility, Röhrer's index, Middle-Aged Korean Adults

* 부산시 사하구 하단동 840 동아대학교 기계·산업시스템공학부
(tel) 051-200-7691 (fax) 051-200-7697
(e-mail) yhyoon@donga.ac.kr
** 동아대학교 기계·산업시스템공학부

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

1. 서 론

인체측정학(anthropometry)은 인체치수를 비롯하여 각 부위의 부피, 무게중심, 관성, 질량 등의 신체의 물리적 특성을 다루는데, 그 중에 인체의 치수에는 일반적으로 구조적 치수(structural dimension)와 기능적 치수(functional dimension)로 대별할 수 있다. 구조적 치수는 표준자세에서 움직이지 않는 피측정자를 인체 계측기 등으로 측정하는 것인데 반해, 기능적 치수는 움직이는 몸의 자세로부터 측정한 것으로 그 중 동작범위는 주어진 시간에 두 개의 동작으로 이루어진 각도나, 한 동작과 수평 또는 수직으로 얻어지는 각도로서 최대범위는 정상상태에서 뼈와 근육의 압축으로 가능한 두 개의 최대동작에 의해 나온 각도이다.

인체의 동작은 움직일 수 있는 관절 주위에서 일어나며, 관절은 골격계에서 두 개 이상의 뼈가 만나거나 접합된 점을 말한다 (박경수, 1998). 이러한 관절의 운동형식은 관절면의 형태에 따라 여러 가지가 있는데, 경첩관절(hinge joint)은 두 관절 면의 원주 면과 원통 면이 접촉을 하는 것이며, 마치 여닫이문의 경첩모양으로 한 방향으로만 운동을 할 수 있기 때문에, 하나의 축을 중심으로 굴곡(flexion)과 신전(extension)만을 한다. 무릎관절, 팔굽관절, 발목관절 등이 여기에 속한다 할 수 있다. 절구관절(ball and socket joint)은 관절머리와 관절오목이 모두 반구상의 것이며 어깨관절과 대퇴관절이 그 대표적인 예로서, 운동이 가장 자유롭고, 다축성으로 이루어진다. 그러나 대퇴관절은 관절오목이 약간 깊기 때문에 어깨관절에 비하면 운동성이 제한될 수 있다. 안장관절(saddle joint)은 두 관절 면이 말안장처럼 생긴 것으로서, 서로 직각방향으로 움직이는 2축성 관절이다. 엄지손가락의 손목, 손바닥뼈 관절이 그 예라 할 것이다. 축관절(pivot joint)은 관절머리가 완전히 원형이며, 관절오목내를 차륜과 같이 1축성으로 회전운동을 하는 것으로서, 위아래 요골, 척골관절 및 전완의 회내, 회외운동이 그 예라 할 수 있다 (박경수, 1998). 일반적으로 인간의 동작범위는 관절이 그 중심축이 되는데, 이러한 관절의 동작범위는 관절의 형상, 부착되어 있는 근육, 건과 인대, 그리고 주변 지방조직의 양 등에 의해 결정되며, 이러한 요소들은 개인간에 차이를 보일 뿐만 아니라 개인 내에서도 인간이 성장함에 따라 달라진다 (Van Cott et al., 1972).

동작범위의 측정은 인간의 이동에 필요한 공간 및 사람과 물건을 함께 편성할 공간을 치수적으로 파악하는 것이므로 적합한 동작범위를 적용한 작업역 설계시 안전사고, 작업능률 저하, 피로 등을 막을 수 있고, 작업자의 활동 영역을 효율화함으로써 생산비를 절감시킬 수 있다 (한석우, 1988; 허동국, 1987). 또한 다양한 산업 제품 및 일상제품에 대한 설계에 도움을 주는 자료를 제시하기 위하여서는 동작범위의 연구가 필수적으로 요구되어지며, 최근에는 인간공학뿐만 아니라 산업 디자인 분야에서도 이러한 동작범위의 연구에 대한 관심이 높아지고 있다. 한편, 산업이 발달함에 따라 인간은 기계와 함께 작업하는 시

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

간이 많아지고 많은 위험속에서 작업을 하기 때문에, 작업자의 능률 향상 및 안전, 그리고 피로 예방을 위하여는 주변기기나 환경 설계 시 정적치수와 함께 인간의 동작범위가 함께 고려되어야 한다.

외국에서의 동작범위에 대한 연구는 주로 직접적인 측정방법에 의해 이루어 졌으며, goniometer, flexiometer, spatial imaging 등이 많이 사용되었다.

Sinelnikoff et al. (1931)은 유럽의 건강한 남녀 노동자 각 100명의 동작범위를 측정하였으며, Glansville et al. (1937)은 10명의 건강한 남자에 대한 동작범위를 측정하였다. Barter et al. (1957)은 39명의 대학생을 중심으로 동작범위를 측정하였고, Harris et al.(1968)은 flexiometer를 이용하여 여자 대학생의 동작범위를 측정하였다. Houy (1982)는 100명의 남자 대학생에 대한 동작범위를 측정 하였으며, Staff(1983)는 100명의 여자 대학생을 대상으로 측정하여 Houy(1982)의 결과와 비교, 제시하였다. Izge et al. (1996)은 1000명의 Turkey 군인들을 대상으로 상지에 대한 동작범위를 연구하였다. 외국의 연구결과를 살펴보면, 일반적으로 관절의 동작범위는 여자가 남자보다 약 5~15%정도 높고, 또한 10~16세에서 10세 전에 비해 10%정도 감소하지만, 16~70세에서는 관절 질환이 없을 경우 거의 변화가 없는 것으로 알려지고 있다 (Salter et al., 1953). 키와 몸무게는 관절의 동작범위와 상관관계가 낮지만, 비만형의 체형은 관절의 동작범위에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다 (Laubach, 1969; Roebuck et al., 1975).

한국인에 대한 동작범위에 대한 자료는 이영신 등 (1996)이 20대 남자를 대상으로 13개의 팔, 손목, 팔꿈치, 그리고 어깨관절의 동작범위를 처음으로 제시하였고, 기도형 (1996)이 20대 남자를 대상으로 가상 hip, 무릎, 그리고 발목관절에 대하여 13개의 동작범위를 측정하였다. 한국표준과학연구원 (1999)에서 국민인체측정조사의 한 부분으로서 3-D 동작측정 장치를 이용하여 20-30대 남녀를 대상으로 26개 항목의 좌우 동작범위를 측정 하였다. 그러나, 현재까지의 연구에서는 20-30대만을 대상으로 측정함으로써 피실험자가 매우 제한적이었고, 특히 표준과학연구원의 연구를 제외하고는 여자를 배제함으로써 남녀간의 비교가 불가능하였다. 또한 청년층이 아닌 중장년층의 동작 범위에 대한 연구 및 자료가 현재까지 없는 실정이다.

본 연구에서는 한국인의 상·하지 동작범위는 물론 몸통과 목의 동작범위를 고려하여 총 30 개의 동작범위를 40~60세의 중년층의 남·여 모두를 대상으로 측정하여, 남·여 간의 차이, 인체충실지수에 따른 그룹간의 차이 등을 알아보고자 하며, 또한 기존의 20대 청년층에 대한 연구 결과와 비교하여 연령에 따른 동작범위의 변화에 대해서도 알아보고자 한다.

2. 측정방법

2.1 피실험자

본 연구에서는 40-60세의 건강한 중장년층

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

남자 99명, 여자 89명을 대상으로 측정하였다. 남자 피실험자의 평균연령은 47.0세, 평균신장 168.3cm, 평균체중 67.7kg이며, 여자 피실험자의 경우 평균연령 49.3세, 평균신장 155.6cm, 평균체중 57.7kg을 보였다. 체격지수를 보기 위하여 신체충실지수 (Röhrer index)를 사용 하였으며, 그 값은 남녀 각각 144.2와 149.0을 나타내었다. 피실험자들에 대한 기본자료는 표1과 같다.

표 1. 피실험자의 인체측정 자료

	항 목	평균	표준편차
남 성	연령(year)	47.0	5.25
	신장(cm)	168.3	4.69
	체중(kg)	67.7	7.26
	신체충실지수	144.2	15.38
여 성	연령(year)	49.3	6.83
	신장(cm)	155.6	5.01
	체중(kg)	57.7	7.20
	신체충실지수	149.0	16.02

2.2 측정부위 선정

본 연구에서는 팔 관절, 다리 관절, 손목관절, 어깨관절 및 머리등과 관련된 동작범위를 측정하였다. 다른 연구 자료와의 비교를 위해 기본적인 키 및 몸무게 측정을 포함하여 동작범위는 30개로, 몸통의 3개 동작, 손목의 4개 동작, 팔꿈치의 3개 동작, 어깨의 6개 동작, 대퇴의 5개 동작, 무릎의 3개 동작, 발목의 2개 동작 그리고 머리의 4개 동작을 측정하여 총 32개의 항목 측정하였고 각각의 측정항목 및 측정변수는 표2에 나타나 있다.

동작범위 측정은 Laubach (1978)가 제시한 방법에 따라 Goniometer, 각도기를 이용하여 측정하였으며 측정을 하기 전 동작범위 측정의 기준이 되는 점들에 ⊕ 모양의 랜드마크를 부착하여 피실험자가 속옷만을 착용한 상태에서 동작범위를 측정하였다. 동작범위의 측정 방법은 표3과 같다.

표 2. 인체 측정 항목 및 측정변수

	변 수	측정항목	변 수	측정항목	변 수	측정항목
측정변수	D1	몸통측곡	D11	어깨내선	D21	발목신전
	D2	몸통굴곡	D12	어깨외선	D22	발목굴곡
	D3	몸통신전	D13	어깨신전	D23	대퇴내선
	D4	손목굴곡	D14	어깨굴곡	D24	대퇴외선
	D5	손목신전	D15	대퇴굴곡	D25	무릎내선
	D6	손목내전	D16	어깨내전	D26	무릎외선
	D7	손목외전	D17	어깨외전	D27	머리측곡
	D8	팔꿈치굴곡	D18	대퇴내전	D28	머리신전
	D9	팔꿈치회내	D19	대퇴외전	D29	머리굴곡
	D10	팔꿈치회외	D20	무릎굴곡	D30	머리회전
	S1	키	S2	몸무게		

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

표 3. 동작범위 측정방법

D1	몸통측곡	피측정자는 시선을 정중앙에 둔 바로 선자세에서 하체를 움직이지 않고 허리만을 이용하여 좌(우)로 구부린 각을 측정한다. 측정점 : 회음점, 정중선
D2	몸통굴곡	피측정자는 벽면에 몸을 붙인 상태에서 시선을 정중앙에 두고, 똑바로 선자세로 하체를 움직이지 않고 허리만을 이용하여 최대한 앞으로 구부린 각을 측정한다. 측정점 : 귀구슬점
D3	몸통신전	피측정자는 시선을 정중앙에 두고, 똑바로 선자세로 하체를 움직이지 않고 허리만을 이용하여 최대한 뒤로 젖힌 각을 측정한다. 측정점 : 장골극점, 귀구슬점
D4	손목굴곡	피측정자는 선자세에서 몸체를 움직이지 않고 팔꿈치 관절 및 손목관절을 편 상태에서 손등이 책상면에 닿게 하여 손바닥과 전완이 이루는 각을 측정한다. 측정점 : 제 3중수골 기지, 손목 안쪽점, 팔꿈치점
D5	손목신전	피측정자는 선자세에서 몸체를 움직이지 않고 팔꿈치 관절 및 손목관절을 편 상태에서 손바닥을 책상바닥에 닿게 하여 손등과 전완이 이루는 각을 측정한다. 측정점 : 제 3 중수골 기지, 손목 안쪽점, 팔꿈치점
D6	손목내전	피측정자는 선자세에서 몸체를 움직이지 않고 팔꿈치 관절 및 손목관절을 편 상태에서 손을 고정대에 올려 놓고 손목 아래는 움직이지 않게 고정하고 전완을 몸쪽으로 이동한 각을 측정한다. 측정점 : 제 4중수골 머리, 손목 안쪽점, 상완골의 외측상과
D7	손목외전	피측정자는 선자세에서 몸체를 움직이지 않고 팔꿈치 관절 및 손목관절을 편 상태에서 손을 고정대에 올려 놓고 아래는 움직이지 않게 고정하고 전완을 몸바깥쪽으로 이동한 각을 측정한다. 측정점 : 제 4중수골 머리, 손목 안쪽점, 상완골의 외측상과
D8	팔꿈치굴곡	피측정자를 선자세에서 팔 전체를 시상면과 평행하게 앞으로 뻗은 다음 가볍게 주먹을 쥔 후 팔꿈치 관절을 중심으로 전완을 얼굴쪽으로 굴곡시켜 상박과 전완이 이루는 각을 측정한다. 측정점 : 견봉끝부분, 상완골의 외측상과, 손목 바깥점
D9	팔꿈치회내	피측정자는 선자세에서 상박을 아래 방향으로 수직하게 만들고 팔꿈치관절을 앞쪽으로 90° 도 굴곡하여 손목을 편 상태에서 손바닥이 몸쪽으로 향하게 한 후 팔꿈치 관절을 옆구리에 붙이고 손목관절을 몸쪽으로 회전한 각을 측정한다. 측정점 : 상완골의 외측상과, 손목 안쪽점, 손목 바깥점
D10	팔꿈치회외	피측정자는 선자세에서 상박을 아랫방향으로 수직하게 만들고 팔꿈치관절을 앞쪽으로 90° 굴곡하여 손목을 편 상태에서 손바닥이 몸쪽으로 향하게 한 후 팔꿈치 관절을 옆구리에 붙이고 손목 관절을 몸 바깥쪽으로 회전한 각을 측정한다. 측정점 : 상완골의 외측상과, 손목 안쪽점, 손목 바깥점
D11	어깨내선	선자세에서 피측정자의 팔을 앞쪽으로 90° 가 되게 한 후 팔꿈치관절을 굴곡하여 정면으로 90° 가 되게하여 손바닥이 몸쪽으로 향하게 해서 양쪽 어깨를 움직이지 않게 고정시킨 상태에서 전완을 몸쪽으로 회전시킬 때 움직인 각을 측정한다. 측정점 : 팔꿈치점, 손목 안쪽점

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

분류	측정항목	측정방법
D12	어깨외선	선자세에서 피측정자의 팔을 앞쪽으로 90° 가 되게 한 후 팔꿈치 관절을 굴곡하여 정면으로 90° 가 되게하여 손바닥이 몸쪽으로 향하게 해서 양쪽 어깨를 움직이지 않게 고정시킨 상태에서 전완을 몸바깥쪽으로 회전시킬 때 움직인 각을 측정한다. 측정점 : 팔꿈치점, 손목 안쪽점
D13	어깨신전	피측정자는 실험대에 누운 자세에서 상체를 움직이지 않고 팔꿈치관절 및 손목관절을 편 상태에서 손바닥을 몸쪽으로 향하게 하여 어깨관절을 중심으로 팔을 등 뒤쪽으로 내린 각을 측정한다. 측정점 : 견봉점, 상완골의 외측상과
D14	어깨굴곡	피측정자는 실험대에 누운 자세에서 상체를 움직이지 않고 팔꿈치관절 및 손목관절을 편 상태에서 손바닥을 몸쪽으로 향하게 하여 어깨관절을 중심으로 팔을 머리 위쪽으로 들어올린 각을 측정한다. 측정점 : 견봉의 끝부분, 상완골의 외측상과
D15	대퇴굴곡	피측정자는 실험대에 누운상태에서 오른쪽 다리 무릎을 굽힌채 몸통쪽으로 움직인 각을 측정한다. 측정점 : 엉덩이끝점, 무릎 바깥점
D16	어깨내선	피측정자는 실험대에 누운 자세에서 상체를 움직이지 않고 팔꿈치관절 및 손목관절을 편 상태에서 팔을 수직으로 세워 손바닥은 앞쪽으로 향하게 하여 어깨관절을 중심으로 팔을 몸쪽으로 회전시켜 각을 측정한다. 측정점 : 견봉점, 상완골의 외측상과
D17	어깨외전	피측정자는 실험대에 누운 자세에서 상체를 움직이지 않고 팔꿈치관절 및 손목관절을 편 상태에서 팔을 수직으로 세워 손바닥은 앞쪽으로 향하게 하여 어깨관절을 중심으로 팔을 몸바깥쪽으로 회전시킨 각을 측정한다. 측정점 : 견봉점, 상완골의 외측상과
D18	대퇴내전	측정방법 : 피측정자는 실험대에 누운상태에서 오른쪽 다리를 들어 대퇴를 90도로 세운 다음 상체를 움직이지 않고 다리를 몸의 안쪽으로 움직인 각을 측정한다. 측정점 : 대퇴돌기, 무릎 중앙점
D19	대퇴외선	측정방법 : 피측정자는 실험대에 누운상태에서 오른쪽 다리를 들어 대퇴를 90도를 세운 다음 상체를 움직이지 않고 다리를 몸의 바깥쪽으로 움직인 각을 측정한다. 측정점 : 대퇴돌기, 무릎 중앙점
D20	무릎굴곡	측정방법 : 피측정자는 시선을 정중앙에 둔 상태에서 상체를 움직이지 않고 오른쪽 다리를 뒤로 최대한 젖힌 각을 측정한다. 측정점 : 무릎중앙점, 바깥 복사점
D21	발목신전	측정방법 : 피측정자는 시선을 정중앙에 둔 상태에서 한쪽 다리를 실험대 위에 올려 놓고 상체를 똑바로 세운 상태에서 무릎을 최대한 뒤로 당겼을 때의 각을 측정한다. 측정점 : 바깥 복사점, 무릎중앙점
D22	발목굴곡	측정방법 : 피측정자는 시선을 정중앙에 둔 상태에서 한쪽 다리를 실험대 위에 올려 놓고 상체를 똑바로 세운 상태에서 무릎을 최대한 앞으로 내밀었을 때의 각을 측정한다. 측정점 : 바깥 복사점, 무릎중앙점
D23	대퇴내선	측정방법 : 피측정자는 앉은 자세에서 한쪽 다리를 바닥위에 자연스럽게 놓고 발목과 무릎을 사용하지 않고 대퇴만을 이용하여 몸의 안쪽으로 회전시킨 각을 측정한다. 측정점 : 무릎중앙점, 발목점
D24	대퇴외선	측정방법 : 피측정자는 앉은 자세에서 한쪽 다리를 바닥위에 자연스럽게 놓고 발목과 무릎을 사용하지 않고 대퇴만을 이용하여 몸의 바깥쪽으로 회전시킨 각을 측정한다. 측정점 : 무릎중앙점, 발목점
D25	무릎내선	측정방법 : 피측정자는 앉은 자세에서 한쪽 다리를 바닥위에 자연스럽게 놓고 발목을 사용하지 않고 무릎만을 이용하여 몸의 안쪽으로 회전시킨 각을 측정한다. 측정점 : 발뒤꿈치점, 발끝점
D26	무릎외선	측정방법 : 피측정자는 앉은 자세에서 한쪽 다리를 바닥위에 자연스럽게 놓고 발목을 사용하지 않고 무릎만을 이용하여 몸의 바깥쪽으로 회전시킨 각을 측정한다. 측정점 : 발뒤꿈치점, 발끝점
D27	머리측곡	피측정자는 시선을 정중앙에 둔 상태에서 몸은 움직이지 않고 머리만을 최대로 좌(우)로 구부린 각을 측정한다. 측정점 : 입술아래점, 정중선
D28	머리신전	피측정자는 시선을 정중앙에 둔 상태에서 몸은 움직이지 않고 머리만을 최대한 뒤로 젖힌 각을 측정한다. 측정점 : 귀구슬점
D29	머리굴곡	피측정자는 시선을 정중앙에 둔 상태에서 몸은 움직이지 않고 머리만을 최대한 앞으로 굴곡시킨 각을 측정한다. 측정점 : 어깨점, 귀구슬점
D30	머리회전	피측정자는 시선을 정중앙에 둔 상태에서 몸은 움직이지 않고 머리만을 최대로 돌린 각을 측정한다. 측정점 : 머리마룻점, 정중선

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

3. 측정결과 및 분석

3.1 기초 통계량

본 실험에서는 키, 몸무게 및 동작범위 30항목에 대하여 측정하였으며, 측정한 자료는 SAS(SAS 6.02, SAS Institute, Inc.)를 이용하여 각 항목별 평균, 표준편차, 백분위수 등의 기초통계량을 분석하였다. 또한 남·여간의 차이, 신체충실지수에 따라 25th percentile씩 분류한 4개 그룹간의 차이 분석을 실시하였다.

각 측정부위에 대하여 표3과 같은 측정변수로 표현하였고, 이들 측정치들에 대하여 평균 $\pm 3\sigma$를 벗어나는 값들은 결측치로 처리한 후 평균과 표준편차 및 5th, 50th, 95th 백분위수를 구하여 표4에 나타내었다. 키, 몸무게의 경우 1997년 국민표준체위조사 결과치와 차이를 보이지 않았다.

표 4. 남녀 기초통계량

(D1-D30 : degree, S1 : cm, S2 : kg)

항목	남자					여자				
	mean	s.d	5th%tile	50th%tile	95th%tile	mean	s.d	5th%tile	50th%tile	95th%tile
D1	27.8	6.2	18.0	28.0	38.0	26.3	6.6	16.0	27.0	38.0
D2	33.4	7.1	20.0	32.0	46.0	32.5	13.8	11.0	32.0	56.0
D3	39.6	8.4	26.0	40.0	53.0	31.2	9.3	16.0	30.0	49.0
D4	84.1	7.0	72.0	84.0	95.0	81.8	11.3	62.0	83.0	97.0
D5	82.2	6.2	74.0	82.0	94.0	85.0	8.2	73.0	84.0	99.0
D6	22.3	4.4	15.0	22.0	30.0	31.0	6.8	19.0	31.0	42.0
D7	34.2	9.8	22.0	31.0	53.0	38.5	15.3	19.0	36.0	65.0
D8	134.9	7.1	122.0	137.0	144.0	139.8	12.8	117.0	142.0	158.0
D9	72.3	8.9	56.0	72.0	86.0	75.2	13.4	51.0	78.0	95.0
D10	117.8	12.3	100.0	120.0	135.0	113.3	18.2	88.0	112.0	139.0
D11	89.8	13.2	55.0	92.0	107.0	84.8	11.7	67.0	84.0	102.0
D12	34.1	8.0	22.0	35.0	48.0	36.4	9.3	18.0	38.0	51.0
D13	53.1	10.1	35.0	52.0	72.0	54.8	12.6	41.0	52.0	76.0
D14	178.7	8.5	162.0	181.0	193.0	177.1	13.7	156.0	180.5	193.0
D15	115.2	7.2	104.0	116.0	127.0	113.0	9.4	96.0	114.0	128.0
D16	47.8	9.4	33.0	47.0	64.0	46.8	17.3	22.0	43.5	84.0
D17	119.2	9.7	107.0	117.0	135.0	106.8	16.0	80.0	110.0	131.0
D18	26.9	6.8	15.0	27.0	37.0	29.7	7.7	17.0	29.0	42.0
D19	50.2	11.7	31.0	50.0	71.0	53.7	15.3	29.0	53.0	78.0
D20	103.7	9.9	90.0	101.0	123.0	106.6	13.2	81.0	107.0	125.0
D21	37.8	9.5	24.0	40.0	54.0	39.8	12.2	18.0	41.0	57.0
D22	35.2	7.1	20.0	36.0	48.0	32.0	9.0	16.0	33.0	49.0
D23	29.5	7.9	18.0	28.0	42.0	27.3	5.7	16.0	27.0	39.0
D24	33.1	5.6	22.0	34.0	44.0	33.5	6.9	21.0	34.0	50.0
D25	22.6	8.3	14.0	20.0	40.0	26.9	10.4	12.0	28.0	43.0
D26	25.5	7.4	15.0	24.0	40.0	32.0	11.0	16.0	29.0	51.0
D27	24.3	10.2	12.0	21.5	42.0	38.8	13.0	20.0	38.0	65.0
D28	54.7	34.1	22.0	34.0	116.0	98.6	23.0	50.0	105.0	128.0
D29	43.1	13.1	15.0	44.0	71.0	42.1	13.4	18.0	41.0	64.0
D30	56.4	11.9	40.0	54.0	80.0	70.3	12.7	50.0	70.0	93.0
S1	168.3	4.7	160.1	168.6	175.9	155.6	5.0	147.5	155.3	163.1
S2	67.7	7.3	54.5	67.0	79.0	57.7	7.2	47.0	57.0	70.0

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

3.2 성별 · 신체충실지수 그룹간 분석

동작범위에 대한 남녀간의 차이를 검정하기 위하여 t-test를 실시하였고 그 결과는 표5에 나타나 있다. 일반적으로 손목, 발목, 무릎, 목, hip 관절의 동작범위에서 차이를 보였는데, 분석결과 14개 항목에서 통계적으로 남녀간의 차이를 보였으며 그 중 4개 항목 ~ 몸통신전, 어깨내선, 어깨외전, 발목굴곡 ~ 에서 남자가 크게 나타났으며($p<0.01$), 나머지 10개 항목 ~ 손목신전, 손목내전, 손목외전, 팔꿈치굴곡, 대퇴내전, 무릎내선, 무릎외선, 머리측곡, 머리신전, 머리회전 ~ 에서는 여자가 크게 나타났다($p<0.01$). 본 연구와 Staff(1983)의 연구결과를 비교해 보면 본 연구에서의 몸통신전, 굴곡, 측곡 및 머리측곡을 제외하고 공통적으로 26개 측정항목이 비교 가능하였으며 그 중 Staff(1983) 연구에서는 21개 동작범위에서 통계적으로 남녀간에 유의적인 차이를 보였는데 그 중 19개 항목에서 여성이 남성보다 통계적으로 동작범위가 더 크다는 것을 보여주고 있다($p<0.01$). 본 연구에서 여성의 동작범위가 남성보다 통계적으로 큰 10개 항목 중 Staff 연구와 비교 불가능한 머리 측곡과 통계적 차이가 없었던 손목외전을 제외한 8개 항목에 있어 Staff의 연구 결과와 일치함을 보여주고 있으며, Staff(1983) 연구에서 남성의 동작범위가 통계적으로 크게 나타난 항목은 어깨외전과 발목굴곡이었는데 이는 본 연구 결과와 일치함을 보여주고 있다. 본 연구의 결과와 Staff(1983)의 연구결과간에는 여성의 동작범위가 큰 항목에 있어 통계적으로 유의한 측면에서 조금 차이를 보여주고 있는데, 그 원인을 추론해 보자면 먼저 측정 대상 연령이 일치하지 않으며 (Staff 연구의 경우 18세에서 35세까지의 연령층을 대상으로 실시) 또한 측정 기기의 차이와 측정된 동적 자세의 차이로 인한 것으로 추정된다.

Staff(1983)연구의 경우 측정 방법은 동일하게 했다고는 하지만 측정시기와 측정자가 남성과 여성 각각에 대해 달랐다는 것 또한 간과할 수 없는 점이라 할 수 있겠다. 일반적으로 여성이 남성보다 동작범위가 넓고 더 유연하다고 단정지을 수는 없겠지만, 선행연구 및 본 연구 결과에 의하면 여성이 남성보다 좀 더 유연함을 보인다고 말 할 수는 있을 것이다.

표 5. 남녀 간의 차이검정 (t-test)

항 목	D1	D2	D3*	D4	D5**	D6**	D7**	D8**	D9	D10	D11*	D12	D13	D14	D15
p-value	0.1246	0.5740	0.0001	0.0935	0.0086	0.0001	0.0260	0.0017	0.0921	0.0547	0.0066	0.0690	0.3066	0.3593	0.0802
										5					5
항 목	D16	D17*	D18**	D19	D20	D21	D22*	D23	D24	D25**	D26**	D27**	D28**	D29	D30**
p-value	0.6407	0.0001	0.0109	0.0875	0.0886	0.2219	0.0091	0.0285	0.6769	0.0025	0.0001	0.0001	0.0001	0.6244	0.0001

* : 남자의 범위가 여자보다 크게 나타난 항목 ($p<0.01$)

** : 여자의 범위가 남자보다 크게 나타난 항목 ($p<0.01$)

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

신체충실지수는 백분위수를 기준으로하여 각각 25 percentil씩 4개 그룹으로 나누어 그룹간의 차이를 분석하였다. 남자의 경우 첫 번째 그룹(M1)은 신체충실지수가 133.34이하인 그룹, 두 번째 그룹(M2)은 신체충실지수가 133.34이상 142.65이하인 그룹, 세 번째 그룹(M3)은 142.65이상 156.70이하인 그룹, 그리고 네 번째 그룹(M4)은 156.70이상인 그룹으로 나누었고, 여자의 경우 첫 번째 그룹(F1)은 135.80이하인 그룹, 두 번째 그룹(F2)은 135.80이상 150.33이하인 그룹, 세 번째 그룹(F3) 150.33이상 160.72이하인 그룹, 그리고 네 번째 그룹(F4)은 160.72이상인 그룹으로 나누었다. 분석결과, 신체충실지수에 따른 동작범위는 그룹간에 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다 ($p>0.05$).

3.3 다른 연령층과의 비교

한국인을 대상으로 한 기존의 동작범위에 대한 연구는 이영신 등(1996)과 기도형(1996) 연구, 그리고 한국표준과학연구원(1999) 연구 등이 있는데 한국표준과학연구원(1999) 연구를 제외하고는 모두 20대 남성에 대해서만 측정하였으며 피실험자 수와 측정 항목 수에 있어서 한정되어 있었다. 한국표준과학연구원(1999) 연구의 경우 20-30대 남녀를 대상으로 26개 항목에 대해 3-D 동작측정 장치를 이용하여 측정하였다. 표 6에는 본 연구에서의 40대 이상의 중년층 남성의 동작범위와 20-30대 남성 청년층과의 동작범위를 비교해 보기 위하여 비교 가능한 항목에 대해 기존의 연구 결과와 본 연구결과를 보여주고 있다. 각각의 연구에 있어서 측정기기, 방법 및 측정기준에 있어서 차이가 나는 것은 사실이지만 연령에 대한 동작범위의 전체적인 추이를 알아보기 위해 한국표준과학연

표 6. 기존 연구 결과치와 비교 (단위 : degree)

변수	키	몸무게	D1	D2	D3	D4	D5	D6
본 연구(40-60대)	168.3(4.7)	67.7(7.3)	27.8(6.2)	33.4(7.1)	39.6(8.4)	84.1(7.0)	82.2(6.2)	22.3(4.4)
표준과학(20-30대)	172.01(5.76)	69.03(8.94)	29.95(6.65)	79.27(11.33)	22.43(5.82)	69.97(10.01)	66.15(13.67)	22.98(7.56)
이영신 등(20대)	170.71(5.86)	66.86(11.54)	-	-	-	85.26(8.49)	72.30(7.35)	31.33(5.02)
변수	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14
본 연구(40-60대)	34.2(9.8)	134.9(7.1)	72.3(8.9)	117.8(12.3)	89.8(13.2)	34.1(8.0)	53.1(10.1)	178.7(8.5)
표준과학(20-30대)	43.81(6.61)	150.25(10.94)	74.10(13.80)	101.44(21.15)	71.29(32.12)	46.79(29.51)	57.20(11.66)	170.80(6.64)
이영신 등(20대)	47.69(9.37)	150.41(4.82)	62.19(10.56)	128.43(11.50)	103.83(7.55)	29.30(8.06)	58.67(10.16)	176.07(7.18)
변수	D15	D16	D17	D18	D19	D20	D21	D22
본 연구(40-60대)	115.2(7.2)	47.8(9.4)	119.2(9.7)	26.9(6.8)	50.2(11.7)	103.7(9.9)	37.8(9.5)	35.2(7.1)
표준과학(20-30대)	121.20(9.00)	45.82(16.08)	155.07(15.77)	22.60(12.12)	77.40(13.38)	135.64(12.83)	44.41(22.71)	52.08(13.32)
이영신 등(20대)	-	50.11(6.75)	127.80(10.22)	-	-	-	-	-
변수	D23	D24	D25	D26	D27	D28	D29	D30
본 연구(40-60대)	29.5(7.9)	33.1(5.6)	22.6(8.3)	25.5(7.4)	24.3(10.2)	54.7(34.1)	43.1(13.1)	56.4(11.9)
표준과학(20-30대)	-	-	-	-	39.57(8.99)	63.26(11.15)	64.93(12.35)	72.77(10.21)
이영신 등(20대)	-	-	-	-	-	-	-	-

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

구원(1999) 연구와 이영신 등(1996)의 결과와 비교해 보았다. 일반적으로 두 연구 결과를 통계적으로 비교해 보기 위하여 t-test를 많이 쓰는데 본 연구와 기존의 두 연구 각각에 대해 t-test를 실시하기 위해서는 기본적으로 샘플크기가 어느 정도 커야 하고 또한 두 집단의 분산이 통계적으로 같다는 가정이 필요한데, 기존 연구의 경우 샘플의 크기가 40-50명 내외로서 t-test를 실시하기에는 좀 무리가 있을 것으로 보인다. 따라서 표6에서는 연령에 따른 통계적 차이로서가 아니라 전반적인 추이를 알아보고자 하였다. 본 연구와 한국표준과학연구원(1999) 연구와의 비교에서는 18개 항목에서, 이영신등 (1996) 연구와의 비교에서는 9개 항목에서 본 연구의 동작범위가 기존연구의 동작범위보다 작은 것으로 나타났다. 따라서 통계적 분석에 의한 결과는 아니라 하더라도 전반적으로 연령이 증가하면 동작범위는 작아지는 추세를 보이는 것으로 추론할 수 있을 것이다.

4. 토의 및 결론

본 연구는 40-60세의 한국 중년층의 남녀를 대상으로 30개의 동작범위에 대한 치수를 측정하였으며, 피험자를 성별 및 신체충실지수에 따라 4등급으로 구하여 기초통계량, 성별 · 그룹간 분석 등을 실시하였다.

남녀에 대한 평균동작 범위를 비교해 볼 때 대체로 여성의 동작범위가 큰 값을 나타내었으며, t-test 결과, 손목신전, 손목내전, 손목외전, 팔꿈치굴곡, 대퇴내전, 무릎내선, 무릎외선, 머리측곡, 머리신전, 머리회전에서 여성이 크게 나타났으며($p<0.01$), 반면 몸통신전, 어깨내선, 어깨외전, 발목굴곡에서 남성이 크게 나타남을 보여주었다($p<0.01$).

신체충실지수에 따른 분석에서는 그룹간에 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 일반적으로 비만인 사람이 허약한 사람보다 동작범위가 작다는 연구 결과와 상치되며, 중년 이후의 동작범위는 비만의 정도보다는 노령화에 의해 동작범위가 결정되는 것으로 보인다.

연령층에 대한 동작범위의 전반적인 변화 추이를 알아보기 위해 본 연구의 중년층 동작범위 자료와 기존의 청년층의 동작범위 자료를 비교해 보았으며, 그 결과 전반적으로 연령이 증가하면 동작범위는 작아지는 추세를 보이는 것으로 추론할 수 있을 것이다. 이러한 결과는 16-70세에서는 관절에 관련된 질병이 없는 한 동작범위에 거의 변화가 없다는 기존의 Salter et al.(1953) 의 연구 결과와는 상치되는 감이 있는데, 이를 다른 측면에서 보자면, 중년 이상의 현대인으로서 관절에 관련된 질병이 전혀 없을 수는 없을 것으로 생각되며 이러한 점이 본 연구에서 보여주듯이 어느 정도 연령 증가에 따른 동작범위의 감소를 가져오는 것이 아닌가 추정한다. 하지만 각 연구별 측정장비 및 측정방법의 차이 또한 고려하여 결과를 받아들여야 할 것으로 생각된다.

본 연구에서는 40-60세의 남녀 중년층을 대상으로 하였으나 추후 측정 장비의 보완 및 측정 방법의 정밀도를 통하여 다른 연령층에 대한 연구 · 비교가 이루어 져야 할 것이며 이를 통해 동작 범위의 변화 추세를 좀 더 알아보았으면 하며, 정확한 자료를 수집하는 것도 하나의 과제라 할 수 있을 것이다.

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

본 연구의 측정 자료는 노령화 사회로 접어들고 있는 우리 사회에서 중·장년층을 위한 의학계통이나 산업제품의 설계, 그리고 작업환경의 개선 및 안전을 위한 기초 자료로서 많은 도움이 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

기도형 (1996), "한국 대학생의 가상 hip 관절과 하지관절의 동작범위 측정," 대한인간공학회지, 15(2), 125-135.

박경수 (1998), "인간공학", 영지문화사.

이영신, 이석기, 박세진, 김철중 (1996), "한국인 20대 청년의 팔 관절 동작범위측정 연구," 대한인간공학회지, 15(1), 39-52.

최상헌 (1991), "인체치수와 실내공간", 대우출판사.

한석우 (1998), "디자이너를 위한 인간공학", 조형사

한국표준과학연구원 (1999), "국민인체측정조사", KRISS-98-123-IR

한국표준과학연구원 (1997),"국민표준체위조사보고서", KRISS-97-114-IR

허동국 (1987), "설계자를 위한 인체·동작치수도집", 기문당

Barter, J.T., Emanuel, I. and Truett, B. (1957), "A Statistical Evaluation of Joint Range Data", WADC-TN-57-311, Wright Air Development Center, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio.

Chaffin, D.B. and Andersson, G.B. (1984), "Occupational Biomechanics", John Wiley & Sons.

Glanville, A.D., and Kreezer, G. (1937), "The Maximum Amplitude and Velocity of Joint Movements in Normal Male Adults", Human Biology, 9 : 197.

Harris, M.L., and Harris, C.W. (1968), "A Factor Analytic Study of Flexibility", The National Convention of the American Association of Health, Physical Education and Recreation, Research Section, St Louis, Mo.

Houy, D.R. (1982), "Range of joint mobility in college males", Unpublished master dissertation, Texas A.M. University, College Station, Texas

Izge Gunal, Nusret Köse, Oral Erdogan, and Erol Gökturk (1996), " Normal Range of Motion of the Joint of the Upper Extremity in Male Subject with Special Reference To Side" The Journal of Bone and Joint Surgery, 78(9).

Kroemer (1994), K., Kroemer, H., and Kroemer-Elbert, K., "Ergonomics : How to design for easy and efficiency", Prentice Hall.

Laubach, L. L. (1978), "Range of joint motion, In Anthropometric Source Book Volume I : Anthropometry for

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.

Designers.", NASA Scientific and Technical Office.

Lohman, T. G., Alex, A. F., and Martorell, R. (1998), "Anthropometric Standardization Reference Manual", Human Kinetics Books, Champaign, IL.

Roebuck, J.A., Kroemer, H.E., and Thompson, W.G. (1975), "Engineering Anthropometry Method", Wiley Interscience, New York.

Salter, N., and Darcus, H.D. (1953), "The Amplitude of Forearm and of Human Rotation", J. of Anatomy, 87 : 407-418.

Sanders, M. S., and McCormick, E. J.(1992), "Human Factors in Engineering and Design", McGraw Hill International Editions, 7th Ed.

Sinelkinoff, E., and Grigorowitsch, M.(1931), "The Movement of Joints as a secondary Sex and Constitutional Characteristic", Zeitschrift fur Konstitutionslehre, 15(6), 679-694.

Staff, K.R.(1983)," A Comparison of Range of Joint Mobility in College Females and Males", Unpublished Master's Thesis, Texas A&M University, College Station, TX.

Van Cott, H. P., and Konkade, R.G.(1972), " Human Engineering Guide to Equipment Design, Revised Ed.", American Institute for Research, Washington, D.C.

저자 소개

◈ 윤훈용

고려대학교 산업공학과를 졸업하고, University of Iowa 석사, 및 Texas Tech University Ph.D를 취득하고 현재 동아대학교 기계·산업시스템공학부 조교수로 재직중이다. 관심분야는 근골격계 질환예방, 수동물자취급 (MMH tasks), 산업안전, 제품 안전 및 디자인, 감성공학 분야이다.

◈ 이상도

한양대학교 공업경영학과를 졸업하고 동아대학교 기계·산업시스템공학부 교수로 재직중이다. 독일 Aachen 공대, 미국 Ohio State University 교환교수, 대한인간공학회 회장 및 산업공학회 영남지회장, 대한품질경영학회 부회장등을 역임. 현재 대한설비관리학회 부회장 및 한국지식산업시스템학회 명예회장에 재임중이다. 관심분야는 인간공학, 안전공학, 품질경영 및 TPM이다

◈ 이동춘

동아대학교 산업공학과 학사, 석사, 박사 학위를 취득하고 현재 동아대학교 기계·산업시스템공학부 교수로 재직중이다. 미국 Ferris State, RTI 및 Wichita State Univ. 방문 연구 교수로 있었으며, 관심분야는 Office Ergonomics, Industrial Ergonomics에서 Vibration과 CTDs, 감성공학 등이다.

논문접수일 (Date Received): 2002/01/25
논문게재승인일(Date Accepted): 2002/05/29

Copyright (C) 2003 NuriMedia Co., Ltd.